Über hydraulische Magnesia-Kalke und deren Vorkommen und Anwendung in Österreich.

Von P. G. Hauenschild.

Die als Wassermörtel gebrauchten Substanzen basiren ihre Hydraulicität auf zwei wesentlich verschiedene chemische Processe.

Bei dem weitaus überwiegend größtem Theil — und bei uns ausschließlich gebrauchtem — hydraulischer Substanzen beruht ihre Wirkung auf der Bildung eines wasserbeständigen Kalk-Thonerde-Silikates, welches indifferente Stoffe wie Bausteine und Sand zu verkitten vermag.

Hiezu eignen sich sowohl natürliche Kalk-Carbonate mit einem Gehalt an unlöslichem Thonerde-Silikate von wenigstens 15 Percent bis höchstens 35 Percent, als auch analoge künstliche Mischungen. In diese Abtheilung gehören alle hydraulischen Kalke, die Puzzolanmörtel und Portlandcemente.

Schon seit dreißig Jahren verwendet man bereits an manchen Orten mit dem besten Erfolge dolomitische Kalkarten, ja auch reine Magnesia zur Erzeugung von Wassermörteln; so gewisse Magnesia-Kalke von North-Wales in England [1]), den Vogesen-Kalk in Frankreich, den Trier'schen Kalk an der Mosel, und in Amerika gehört der weitaus größte Theil der hydraulischen Gesteine den dolomitischen Kalken an. Reine Magnesia wird in Ostindien als vortrefflicher Wassermörtel benützt.

Die Hydraulicität dieser Classe resultirt aus der Bildung von Magnesiahydrat, welches höchst wasserbeständig ist und bei richtiger Temperatur als Magnesia erbrannt vorzüglich verkittende Eigenschaften besitzt.

Das in den dolomitischen Kalken mit Kalk-Carbonat verbundene Magnesia-Carbonat verliert seine Kohlensäure bei einer viel

---

1) Dr. W. Michaelis, „die hydraulischen Mörtel etc.", Leipzig 1869.

niedrigeren Brenntemperatur als das Kalk-Carbonat; wenn daher der Brennproceß so in Schranken gehalten wird, daß der Kalk nichts oder nur sehr wenig von seiner Kohlensäure verliert, so erzielt man ein Product, dessen Wasserbeständigkeit von keinem anderen Wassermörtel, selbt Portlandcemente nicht ausgenommen, übertroffen wird.

Die Untersuchungen von Macleod[1]), Vicat[2]), Berthier[3]), Pasley[4]), St. Claire, Deville[5]) und Crace-Calvert[6]), sowie die Analysen hervorragender hydraulischer Magnesia-Kalke in Amerika, namentlich im Staate Virginia und New-York von Rogers[7]), Beck[8]). E. C. Boynton[9]), Caleb Huse[10]) und A. haben zur Evidenz dargethan, daß die Magnesia sowohl für sich allein als auch in Verbindung mit Kalk hydraulische Eigenschaften zu entwickeln vermag.

Die Unkenntniß der Wassermörtel, deren Wirksamkeit auf der Bildung von Magnesiahydrat beruht, und der beim Brennen derselben absolut nothwendigen niederen Temperatur einerseits, und der relativ beträchtliche Silicatgehalt vieler Magnesiakalke anderseits, vermöge welcher man sie zu Cementen der ersten Art bei sehr hoher Temperatur zu erbrennen versuchte, waren die Ursache, warum trotzdem die so riesig verbreiteten dolomitischen Kalke eine allgemeine Anwendung bisher nicht fanden.

Es sei hier gestattet, einige Analysen amerikanischer (zu hydraulischen Zwecken gebrauchter) Magnesiakalke von den renommirtesten Fundstätten anzuführen, um sie mit den von mir analysirten Gesteinen vergleichen zu können. Nach Rogers enthalten der Kalk von Sheppardstown am Potomac, Virginia (1.), der von Cedar Creek, Virginia (2.), der hydraulische Kalk von New-York (3.); nach Beck der hydraulische Kalk von Monlins (4.), der Chittenango-Wasser-

1) Michaelis l. c. p. 42.
2) Compt. rend. 2. 358.
3) Annal. des mines. III. 9. 489.
4) Observ. on limes etc. 1847
5) Compt. rend. 61. 975.
6) Compt. rend. 61. 1168.
7) Michaelis l. c. p. 77.
8) Dr. H. Mahan: An Elementary Course of Civil Engeneering, p. 16.
9) 10) H. Reid: A practical Treatise on Concrete. 1869.

kalk (5.), der von Ulster County, New-York (6.); nach Boynton der von High Falls, Ulster, New-York Nr. 17 (7.) folgende Bestandtheile:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kohlensauren Kalk	55·80	53·23	48·20	49·42	47·95	45·45	40·00
Kohlensaure Magnesia	39·20	41·00	35·76	35·39	34·21	28·60	39·04
Eisenoxyd, Thonerde	1·50	0·80	1·20	1·25	4·23	11·38	3·94
Unlösliches Silicat	2·50	2·80	12·10	13·50	11·76	15·37	11·10
Wasser, Alkalien etc.	1·00	2·17	2·74	1·41	1·50	1·20	5·92

Auf Anregung meines verehrten Lehrers Prof. Dr. Jos. Redtenbacher unternahm ich Analysen von mehreren Magnesiakalk-Sedimenten, wie sie in mächtigen Bänken am Nordrande des Todtengebirges in Oberösterreich auftreten.

Nr. 1. 2. und 3. sind jenen Lagern entnommen, welche am Fuße des kleinen Priel in der Hasl, einem Seitenthale des Steyerlingthales anstehen, und zwar Nr. 1. am entferntesten vom Gebirgsstocke, Nr. 2. näher, Nr. 3. am nächsten demselben. Nr. 4. ist vom Schweizerberg am Almsee, Nr. 5. von der großen Klause am Weißeneckerbach, auf dem Wege von Almsee zum Offensee.

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlensaurer Kalk .	57·30	62·17	64·27	54·69	66·75
Kohlensaure Magnesia	33·62	31·19	28·91	31·81	27·36
Eisenoxyd, Thonerde	1·92	1·00	1·46	1·77	1·53
Unlösliches Silicat .	5·70	6·53	5·45	10·63	5·22
	98·54	100·89	100·09	98·90	100·86
Verlust oder Exceß	—1·46	+0·89	+0·09	—1·10	+0·86

Die Proben wurden bei 100° C. getrocknet, der Kalk bei Analyse 1., 3. und 4. als Carbonat, bei Analyse 2. und 5. als Ätzkalk gewogen, die Magnesia als pyrophosphorsaure Magnesia; Eisenoxyd und Thonerde als Gemenge beider und das in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Silicat als solches bestimmt.

Es fällt bei näherer Betrachtung auf, daß der Gehalt an Magnesia dort geringer ist, wo die Lagerstätte der Proben sich am nächsten dem Gebirgsstocke befindet, wie bei Analyse 3. und 5.; und die Entstehungsweise dieser Lager läßt die Ursache hievon auch leicht begreiflich finden.

Eine an Ort und Stelle vorgenommene Untersuchung dieser Sedimente überzeugte mich, daß sie alle Bildungen secundärer Natur sind, und zwar Überreste alter Grundmoränen aus der Eiszeit. Die ungeschichteten, von den Gebirgsbewohnern unrichtiger Weise weißer Lehm genannt, sind ganz analog den Sedimenten von Gletschergeschabsel der jetzigen Periode, während die geschichteten, die eben so unrichtig sogenannte, Kreide aus der Rückzugszeit der alten Gletscher zu stammen scheinen, wo die Schmelzwässer freieres Spiel zur Schichtenbildung hatten. Auch fand ich die charakteristischen, parallel geritzten, frischfarbigen Gletscher-Geschiebe auf ihnen aufliegen.

Soweit ich das Vorkommen solcher Bänke von Gletscherschlamm zu beobachten Gelegenheit hatte, finden sie sich regelmäßig in einem Winkel, welchen der Thalzug bildet, oder wo ein Seitenthal mündet, und bezeichnen so ganz vortrefflich den Zug der alten Gletscher.

Daß die kohlensäurehältigen Gletscherwässer einen Theil des Kalkes in löslicher Form wegführten und zwar desto mehr, je länger sie darauf einwirkten, und daß daher die Grundmoränen entfernterer Punkte magnesiareicher sind, ist hieraus leicht erklärlich. Man findet auch einen Theil des kohlensauren Kalkes wieder als Bindemittel von gröberen Moränenbestandtheilen in der Nähe der Grundmoränen in Form von Conglomeraten niedergeschlagen.

Da die Analysen eine manchen amerikanischen Magnesiakalken (1. 2. 3. 5.) analoge Zusammensetzung nachwiesen, so schien es angezeigt, hydraulische Producte daraus zu gewinnen. Die Versuche, welche theils im Kleinen vor dem Gasgebläse, theils im größeren Maßstabe in einem Kuppelofen vorgenommen wurden, gaben sehr befriedigende Resultate. Es stellte sich heraus, daß eine allmälig zur Rothgluth gesteigerte und zwischen dem Schmelzpunkte des Antimons und Zinkes also etwa bei 400°C. belassene Temperatur einen Mörtel erzeugt, welcher sich beim Anmachen nicht merklich erwärmt, in einigen Stunden so consistent wird, daß er im Wasser nicht mehr zerfällt und dann unter Wasser oder abwechselnd unter Wasser und in der Luft belassen allmälig eine Härte erreicht, welche der des Marmors fast gleich ist. Derselbe besitzt vortreffliche verkittende Eigenschaften, und bindet sowohl fremde Körper viel besser, als er auch schneller hydraulisch wird, wenn er mit Sand ge-

mischt wird. Nach meinen Erfahrungen verträgt er bis zur vierfachen Menge Sand.

Die ausgezeichnet plastischen Eigenschaften des Rohmaterials, vermöge welcher es häufig zu Glaserkitt verwendet wird, eignen dasselbe zum Formen verschiedener Gegenstände, welche langsam getrocknet und vorsichtig gebrannt gleich nach dem Erkalten in Wasser gegeben viel schneller und besser darin erhärten als nach dem Brennen pulverisirtes Materiale. Dieser Umstand scheint geeignet zu sein auf die Natur der Erhärtung einiges Licht zu werfen.

Die Masse besteht unter dem Mikroskope betrachtet aus winzigen rhomboedrischen Kryställchen, welche conform der Entstehungsweise regellos gelagert sind und nur äußerst lose zusammenhängen. Durch das Abkneten mit Wasser und den damit verbundenem Druck lagern sie sich möglichst bequem und werden in Folge des Austrocknens durch Flächenattraction offenbar bedeutend cohärenter. Gebrannt nimmt dann die ihrer Kohlensäure beraubte Magnesia nur so viel Wasser auf, als zu ihrer Hydratisirung nothwendig ist, und der bereits bestehende mechanische Zusammenhang verhindert das Eindringen von dickeren Wasserschichten, welcher die Adhäsion der einzelnen Krystallmoleküle zu einander überwinden könnten.

Die bei der Bildung krystallinischen Magnesiahydrats auftretende Volumvergrößerung bringt die Theilchen einander näher und bewirkt so die Erhärtung.

Dasselbe geht wohl auch beim Anmachen gepulverten Materiales vor sich, aber die Molekulargruppen sind hier ohne Zusammenhang; die sich um jedes Theilchen des Pulvers bildenden Wasserhüllen sind nach verschiedenen Richtungen verschieden dick, nach den Krystallkanten am dünnsten, daher die Attraction der Theilchen hier am größten und diese in Folge dessen unregelmäßig gelagert. Die Wasserhüllen vergrößern sich durch Capillarwasser so, daß die allerdings hier auch auftretende Volumsvergrößerung nicht hinreicht, die Adhäsion der Wasserhüllen durch die Attraction der festen Theilchen zu überwinden. Dadurch wird die Cohärenz der ganzen Masse so gelockert, daß sich die geringste Bewegung des Wassers durch alle Capillarräume fortleitet und unterstützt von der Schwerkraft den Zerfall zu einem inerten Pulver herbeiführt. Durch Anwendung von möglichst wenig Wasser, durch gleichmäßiges Verdunsten des überschüssigen Wassers in der Luft, was durch Sandzusatz wesentlich

beschleunigt wird, durch tüchtiges Abkneten und durch Druck wird die Molekular-Attraction der in Hydratisirung begriffenen Magnesiatheilchen befördert, und sobald diese in Action tritt, das überschüssige Wasser durch bequeme Lagerung der Molekulargruppen verdrängt, und die Masse erlangt hiedurch die Festigkeit hinterher eindringendem Wasser zu widerstehen und zugleich fremde Körper zu verkitten. Schon dadurch wird der Mörtel beträchtlich fest; nun hat die Kohlensäure, in Wasser absorbirt, die Eigenschaft, kohlensauren Kalk in Lösung zu bringen; sowie sie aber in Action tritt, bemächtigt sich ihrer die Magnesia, indem sie die näher verwandte Säure statt des an Stelle einer Säure eingetretenen Hydratwassers eintauscht.

Dadurch wird die Dichtigkeit und Unlöslichkeit des Mörtels noch mehr vergrößert und der Werth der Magnesia-Cemente bedeutend erhöht. Daß das Magnesiahydrat im Wasser wirklich sich allmälig in Magnesia-Carbonat verwandelt, davon habe ich mich bei der Analyse einer gebrannten und lange unter Wasser belassenen Probe überzeugt, bei welcher wenigstens die äußere Partie die Magnesia ganz als Carbonat enthielt.

Aus dem Vorstehenden erklärt sich leicht, warum dünne Schichten viel schneller erhärten als Würfel, warum Sandzusatz so vortheilhaft wirkt, warum das feinst gepulverte Materiale das beste ist und warum dickere Schichten einseitig an der Luft austrocknend Risse bekommen.

Ähnlich müssen sich die Magnesiakalke überhaupt verhalten; und wir sehen hier einen ungeheuren Schatz vortrefflichen Wassermörtels vor uns, der bei verständiger Ausbeutung zum Aufschwung einer großen Industrie und zur Erleichterung vieler Bauten durch Beschaffung eines naheliegenden, billigen und dauerhaften Wassermörtels führen kann.
